

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-257683

(43)Date of publication of application : 11.09.2002

(51)Int.Cl.

G01M 11/02

(21)Application number : 2001-062048

(71)Applicant : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE

(22)Date of filing : 06.03.2001

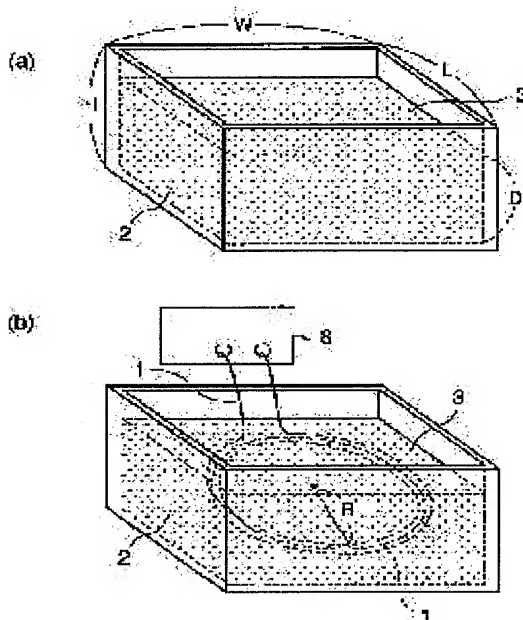
(72)Inventor : NAKAMURA HIROSHI

(54) METHOD OF MEASURING POLARIZATION MODE DISPERSION OF OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method capable of easily and accurately measuring the polarization mode dispersion of an optical fiber without requiring a large space or a large-sized facility.

SOLUTION: As shown in Fig. 1 (a), a fluid 3 having a specific gravity almost equal (slightly smaller specific gravity) to that of an optical fiber 1 to be measured is put into a container 2 and both the ends of the optical fiber 1 are, as shown in Fig. 1 (b), connected with a device for measuring polarization mode dispersion 8 and the whole optical fiber 1 except the connected parts thereof is immersed in a fluid 3. While the optical fiber 1 immersed in the fluid 3 stays untouched with the inner surface of the container 2 (until the optical fiber sunk near the water-level of the fluid 3 reaches the bottom of the container 2), the polarization mode dispersion of the optical fiber 1 is measured by the device for measuring polarization mode dispersion 8.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]Where a fluid which has specific gravity almost equal to an optical fiber under test in a container is put in, At least one side by the side of one end of said optical fiber under test and the other end is connected to a polarization-mode-dispersion-measurement device, In the state where a part of an optical fiber under test which sank a part of an optical fiber under test except this terminal area into said fluid, and was sunk into this fluid has sunk into a fluid without touching said container internal surface. A polarization-mode-dispersion-measurement method of an optical fiber measuring polarization mode dispersion of an optical fiber under test with said polarization-mode-dispersion-measurement device.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention is used for measurement of the polarization mode dispersion (PMD) of the optical fiber used for optical communications etc., and relates to the polarization-mode-dispersion-measurement method of the optical fiber which measures the polarization mode dispersion of an optical fiber before cable-izing especially.

[0002]

[Description of the Prior Art]The polarization mode dispersion of an optical fiber is one of the factors which degrades communication quality especially in long-distance large capacity optical communication.

It is important to measure the polarization mode dispersion of an optical fiber correctly in order to guarantee the quality of the cable for optical communications.

[0003]For the random mode coupling which the polarization mode dispersion of an optical fiber changes according to the arrangement state of an optical fiber under test, and originates in the lateral pressure of an optical fiber under test, a bend, temperature, etc., It is known that it generally cannot but treat not as a deterministic quantity but as a quantity with statistical dispersion.

[0004]As a measuring method of the polarization mode dispersion of an optical fiber, although a Jones-matrix characteristic value analysis method, an interference method, the fixed analyzer method, etc. are known, Since the statistical character which the under-test optical fiber itself has even if it uses which method appears in measured value as it is, it becomes quantity with dispersion also with statistical measured value.

[0005]It cable-izes that the polarization mode dispersion of an optical fiber actually affects communication quality, and although it is a value of the polarization mode dispersion of the optical fiber after constructing, measuring and sorting out after cable manufacture is very inefficient-like. Therefore, it is necessary to measure the polarization mode dispersion of an optical fiber in the state before cable-izing, for example, the stage of an optical fiber wire, and to predict statistically the upper limit of the polarization mode dispersion after cable-izing or construction.

[0006]Then, the measuring method of the polarization mode dispersion after cable-izing and the polarization mode dispersion of a mutually related high optical fiber is searched for. Since there is no telling in what kind of state a cable sets, the polarization mode dispersion of the optical fiber before cable-izing must avoid as external influence as possible, and must measure only the polarization mode dispersion of an inner (intrinsic) optical fiber.

[0007]For example, the method of measuring the polarization mode dispersion of an optical fiber in the state where the optical fiber of the manufacturing process is rolled by the bobbin, Since sufficient correlation is not acquired by the influence of hauling or a lateral pressure, it is unsuitable as a measuring method of the polarization mode dispersion of an optical fiber, and the following methods are proposed as the polarization mode dispersion after cable-izing by it as an installation method of an optical fiber under test which mode coupling under external influence cannot set easily.

[0008]This proposal, Literature. (It R.Neat et al, "Polarisation Mode Dispersion Correlation from Optical fibre to cable", Euro Cable -conference, -Stuttgart(s) and) It is indicated to June 5-7 and 2000.

An optical fiber under test is installed so that the following conditions may be fulfilled, and the polarization mode dispersion of an optical fiber is measured.

[0009]That is, as shown in drawing 2, straightly, there is no torsion and the optical fiber 1 under test is fundamentally placed on a smooth flat surface in the state of tension zero. That is, the length of A of the figure is made into about 100m, and a minimum bending radius shall be 1 m or more, and is installed, without making the optical fiber 1 under test cross. And the polarization mode dispersion of an optical fiber is measured in this state.

[0010]Since it is actually difficult to connect with the polarization-mode-dispersion-measurement device 8, without making the optical fiber 1 under test cross, In order to connect the optical fiber 1 under test to the polarization-mode-dispersion-measurement device 8, when making the optical fiber 1 under test cross unavoidably, in support of the upper optical fiber 1 under test, it is not made to carry out direct contact of the under-test optical fiber 1 comrades with a certain supporter.

[0011]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]However, even if the method of the above-mentioned proposal had dramatically complicated installation of the optical fiber 1 under test and it was the optical fiber 1 under test hundreds of m in length, there was a problem that installation of the optical fiber 1 under test was difficult. There was a problem that the method of the above-mentioned proposal needed a very large place for installation of the optical fiber 1 under test.

[0012]the minimum sample length required for measurement of the polarization mode dispersion of an optical fiber — the size of the polarization mode dispersion of the optical fiber 1 under test, and the minimum of a measuring device — it is decided by the strength of the peculiar mode coupling of a measurable polarization-mode-dispersion value and the optical fiber 1 under test. For example, like the most general single mode optical fiber, polarization mode dispersion of mode coupling is strong in proportion to the square root of distance, and a polarization-mode-dispersion coefficient by $0.05 \text{ ps(es)/km}^{1/2}$. When the minimum measurable polarization mode dispersion of a measuring device is 0.1ps, not less than at least 4-km optical fiber 1 under test is needed.

[0013]As for installing the optical fiber of this length like the method of the above-mentioned proposal, in

order to require very difficult and huge make ready time, it is unreal to perform polarization mode dispersion measurement of the optical fiber which applied the method of the above-mentioned proposal as a part of optical fiber manufacturing process at least.

[0014] Since the method of the above-mentioned proposal needed to secure the flat surface which has about [100m] length at least and which is smooth and does not have vibration, the pneumatic control of the large space for losing the influence by the temperature change or a wind was needed, and the installation cost also became high and was uneconomical.

[0015] this invention is accomplished in order to solve the above-mentioned conventional technical problem, and it comes out. the purpose is to provide the measuring method of the polarization mode dispersion of the optical fiber which can measure the polarization mode dispersion of an optical fiber easily and correctly, without being alike and requiring a large place and large-scale equipment.

[0016]

[Means for Solving the Problem] To achieve the above objects, this invention is made into The means for solving a technical problem with the following composition. Namely, this invention is in a state which put in a fluid which has specific gravity almost equal to an optical fiber under test in a container, At least one side by the side of one end of said optical fiber under test and the other end is connected to a polarization-mode-dispersion-measurement device, In the state where a part of an optical fiber under test which sank a part of an optical fiber under test except this terminal area into said fluid, and was sunk into this fluid has sunk into a fluid without touching said container internal surface. It is considered as a means to solve a technical problem with composition which measures polarization mode dispersion of an optical fiber under test with said polarization-mode-dispersion-measurement device.

[0017] In the state where a part except a terminal area linked to a polarization-mode-dispersion-measurement device of an optical fiber under test has sunk into a fluid in this invention of the above-mentioned composition without touching a container internal surface into which a fluid of specific gravity almost equal to an optical fiber under test was put. Since polarization mode dispersion of an optical fiber under test is measured with said polarization-mode-dispersion-measurement device, an optical fiber under test can measure polarization mode dispersion of an optical fiber in the state where it is hardly influenced by gravity. In this invention, influence of a wind to an optical fiber under test, vibration, a temperature change, etc. can also be made very small.

[0018] Therefore, if this invention is applied, it will become possible to measure only inner polarization mode dispersion of an optical fiber under test in the state where it was stabilized.

[0019] Since a fluid which sinks an optical fiber under test has the almost same specific gravity as an optical fiber under test, For example, speed whose optical fiber under test sunk into a position near an oil level of a fluid whose specific gravity is a little smaller than an optical fiber under test is depressed to the bottom of a container, An optical fiber under test of speed until it appears to an oil level of a fluid whose specific gravity is a little larger than an optical fiber under test sunk into a position near the bottom of a container is dramatically small.

[0020] Therefore, the container which installs an optical fiber under test should just be a container of several meters around, and since equipment of vibration isolation or pneumatic control is also unnecessary, it needs neither a large place nor large-scale equipment for installation. In order for what is necessary to be

just to sink an optical fiber under test into said fluid in the state of loose bunch picking, make ready time is also short, and ends and it becomes possible to measure polarization mode dispersion of an optical fiber easily.

[0021]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, an embodiment of the invention is described based on a drawing. In explanation of this example of an embodiment, identical codes are given to the same name portion as a conventional example, and the duplication explanation is omitted. The example of 1 embodiment of the polarization-mode-dispersion-measurement method of the optical fiber concerning this invention is typically shown in drawing 1.

[0022] First, as shown in (a) of the figure, in this example of an embodiment, the fluid 3 of specific gravity almost equal to the optical fiber 1 under test is put in in the container 2. although the size in particular of the container 2 is not what is limited — this example of an embodiment — width — W = about 3 m and depth — L = about 3 m and height — it may be H = about 1.2 m.

[0023] Although depth D of the fluid 3 is so good that it is deep, it is setting depth D of the fluid 3 to about 1 m in this example of an embodiment. The fluid 3 has the specific gravity almost equal to the specific gravity of the optical fiber 1 under test at the measurement temperature of the polarization mode dispersion of an optical fiber, and it is important for it that viscosity is not too high.

[0024] The specific gravity of the fluid 3 is so good that it is close to the specific gravity of the optical fiber 1 under test. Since the specific gravity of the optical fiber [in / in this example of an embodiment, the polarization mode dispersion of the optical fiber is measured at ordinary temperature (about 25 **) and / this temperature] (optical fiber wire) 1 under test is about 3.08, Specific gravity has applied the SPT (polysodium tungstate) solution of about 3.0 as the fluid 3 at ordinary temperature.

[0025] The kinetic viscosity at 25 ** is about $0.06 \text{ cm}^2/\text{s}$ (however, when specific gravity is 2.81), and polysodium tungstate solution is a fluid which has viscosity without a possibility that an excessive lateral pressure may start the optical fiber 1 under test. Polysodium tungstate solution is harmless to a human body or environment, and, moreover, fine adjustment of specific gravity is possible for it. From the above thing, polysodium tungstate solution is suitable as the fluid 3 applied to the polarization-mode-dispersion-measurement method of the optical fiber of this example of an embodiment.

[0026] Next, as shown in (b) of the figure, the part of the optical fiber 1 under test by the side of one end of the optical fiber wire which is the optical fiber 1 under test, and the other end on the other hand (here both), connect with the polarization-mode-dispersion-measurement device 8 at least, and excluding this terminal area is sunk into the fluid 3. The optical fiber 1 under test is sunk into the fluid 3 in the state of loose bunch picking, and sets the bend-radii R to 1 m or more. The optical fiber 1 under test is sunk into the position which is separated from the bottom of the container 2 as much as possible, i.e., the position near the oil level of the fluid 3.

[0027] And the polarization mode dispersion of the optical fiber 1 under test is measured with said polarization-mode-dispersion-measurement device 8 in the state where the part of the optical fiber 1 under test sunk into the fluid 3 has sunk into the fluid 3 without touching the inner surface of the container 2.

[0028] Since the specific gravity of the fluid 3 of polysodium tungstate solution is smaller than the optical fiber 1 under test, the optical fiber 1 under test sinks to the bottom of the container 2 gradually, but. Since

this speed is dramatically slow, and the time which the polarization mode dispersion measurement of an optical fiber takes is about 2 minutes, by the time the optical fiber 1 under test sinks to the bottom of the container 2, polarization mode dispersion measurement of the optical fiber 1 under test can fully be performed.

[0029] Since this example of an embodiment measures the polarization mode dispersion of an optical fiber as mentioned above, It is in the state where the optical fiber 1 under test is hardly influenced by gravity, and being influenced by a wind, vibration, a temperature change, etc. can also measure the polarization mode dispersion of the optical fiber 1 under test in the very small state. Therefore, according to this example of an embodiment, only the inner polarization mode dispersion of the optical fiber 1 under test can be measured in the state where it was stabilized.

[0030] In this example of an embodiment, since the small container 2 as shown in drawing 1 may be sufficient as the container 2 which installs the optical fiber 1 under test and its equipment of vibration isolation or pneumatic control is also unnecessary, neither a large place nor large-scale equipment is needed for installation.

[0031] According to this example of an embodiment, since what is necessary is just to sink the optical fiber 1 under test into said fluid 3 in the state of loose bunch picking, its make ready time can also be short, it can end, and can measure the polarization mode dispersion of an optical fiber easily.

[0032] This invention is not limited to the above-mentioned example of an embodiment, and can take the mode of various operations. For example, in the above-mentioned example of an embodiment, although the both-ends side of the optical fiber 1 under test was connected to the polarization-mode-dispersion-measurement device 8 of an optical fiber, depending on the composition of the polarization-mode-dispersion-measurement device 8, the end side of the optical fiber 1 under test may be connected to the polarization-mode-dispersion-measurement device 8.

[0033] Although the polysodium tungstate solution as the fluid 3 whose specific gravity at measurement temperature is smaller than the specific gravity of the optical fiber 1 under test was applied in the above-mentioned example of an embodiment, the fluid 3 with larger specific gravity at measurement temperature than the specific gravity of the optical fiber 1 under test may be applied.

[0034] In the above-mentioned example of an embodiment, between, had [it sank the optical fiber 1 under test into the position near the oil level of the fluid 3 and the optical fiber 1 under test contacted the bottom of the container 2] composition which measures the polarization mode dispersion of an optical fiber in between, but. When applying the fluid 3 with the above-mentioned large specific gravity, the optical fiber 1 under test is sunk into the position near the bottom of the container 2, and before the optical fiber 1 under test surfaces on the oil level of the fluid 3, the polarization mode dispersion of an optical fiber is measured.

[0035] The size of the container 2, especially the kind of fluid 3, etc. are what is not limited and is set up suitably, According to the length made to correspond to the kind of optical fiber 1 under test, or it, the size of the container 2, the kind of fluid 3, etc. are suitably set up so that polarization mode dispersion of an optical fiber can be performed before the optical fiber 1 under test contacts the inner surface of the container 2 or surfaces on the oil level of the fluid 3.

[0036]

[Effect of the Invention] In the state where the part except the terminal area linked to the

polarization-mode-dispersion-measurement device of the optical fiber under test has sunk into the fluid according to this invention without touching the container internal surface into which the fluid of specific gravity almost equal to an optical fiber under test was put. Since the polarization mode dispersion of an optical fiber under test is measured with said polarization-mode-dispersion-measurement device, It is in the state where an optical fiber under test is hardly influenced by gravity, and the influence of a wind, vibration, a temperature change, etc. can also measure the polarization mode dispersion of an optical fiber in the very small state, and can measure only the inner polarization mode dispersion of an optical fiber under test in the state where it was stabilized.

[0037]The container which installs an optical fiber under test should just be a container of several meters around, and since equipment of vibration isolation or pneumatic control is also unnecessary, it needs neither a large place nor large-scale equipment for installation. Since what is necessary is just to sink an optical fiber under test into said fluid in the state of loose bunch picking, its make ready time can also be short, it can end, and can measure the polarization mode dispersion of an optical fiber easily.

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]It is an important section lineblock diagram showing the example of 1 embodiment of the polarization-mode-dispersion-measurement method of the optical fiber concerning this invention.

[Drawing 2]It is an explanatory view showing an example of the polarization-mode-dispersion-measurement method of the optical fiber by which the conventional proposal is made.

[Description of Notations]

- 1 An optical fiber under test
 - 2 Container
 - 3 Fluid
 - 8 Polarization-mode-dispersion-measurement device
-

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2002-257683
(P2002-257683A)

(43) 公開日 平成14年9月11日 (2002.9.11)

(51) Int.Cl.⁷
G 0 1 M 11/02

識別記号

F I
G 0 1 M 11/02

テーマコード* (参考)
K

審査請求 有 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願2001-62048 (P2001-62048)

(22) 出願日 平成13年3月6日 (2001.3.6)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社
東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 中村 浩史

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古
河電気工業株式会社内

(74) 代理人 100093894

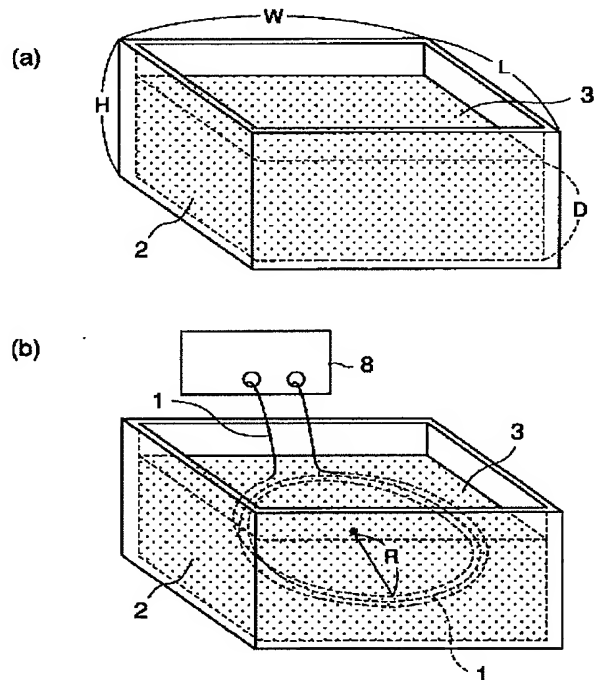
弁理士 五十嵐 清

(54) 【発明の名称】 光ファイバの偏波モード分散測定方法

(57) 【要約】

【課題】 設置に広い場所や大がかりな設備を要することなく、容易に、かつ、正確に光ファイバの偏波モード分散を測定できる方法を提供する。

【解決手段】 図1 (a) に示すように、容器2内に被測定光ファイバとほぼ等しい比重を持つ（やや比重が小さい）流体3を入れ、この状態で、図1 (b) に示すように、被測定光ファイバ1の両端側を偏波モード分散測定装置8に接続し、この接続部を除く被測定光ファイバ1の部位を流体3中に沈める。流体3中に沈めた被測定光ファイバ1の部位が容器2内面に触れずに流体中に没している状態のとき（流体3の液面の近くに沈めた被測定光ファイバ1が容器2の底面につくまでの間）に偏波モード分散測定装置8によって被測定光ファイバ1の偏波モード分散を測定する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 容器内に被測定光ファイバとほぼ等しい比重を持つ流体を入れた状態で、前記被測定光ファイバの一端側と他端側の少なくとも一方を偏波モード分散測定装置に接続し、この接続部を除く被測定光ファイバの部位を前記流体中に沈め、該流体中に沈めた被測定光ファイバの部位が前記容器内面に触れずに流体中に没している状態のときに、前記偏波モード分散測定装置によって被測定光ファイバの偏波モード分散を測定することを特徴とする光ファイバの偏波モード分散測定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、光通信等に用いる光ファイバの偏波モード分散（PMD）の測定に用いられ、特に、ケーブル化前に光ファイバの偏波モード分散を測定する光ファイバの偏波モード分散測定方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバの偏波モード分散は、特に長距離大容量光通信において通信品質を劣化させる要因の一つであり、光ファイバの偏波モード分散を正確に測定することは光通信用ケーブルの品質を保証するために重要である。

【0003】 なお、光ファイバの偏波モード分散は被測定光ファイバの配置状態によって変わるものであり、被測定光ファイバの側圧、曲がり、温度等に起因するランダムなモード結合のため、一般に、決定論的な量ではなく、統計的なばらつきを持つ量として扱わざるを得ないことが知られている。

【0004】 光ファイバの偏波モード分散の測定方法としては、ジョーンズ行列固有値解析法、干渉法、固定アナライザ法等が知られているが、いずれの方法を用いても被測定光ファイバ自体が持つ統計的な性質は、そのまま測定値に現れるため、測定値もまた統計的なばらつきを持った量になる。

【0005】 また、光ファイバの偏波モード分散が通信品質に実際に影響を与えるのは、ケーブル化し、敷設した後の光ファイバの偏波モード分散の値であるが、ケーブル製造後に測定を行って選別することは非常に非効率である。そのため、ケーブル化前の状態、例えば光ファイバ素線の段階で光ファイバの偏波モード分散を測定し、ケーブル化後、あるいは敷設後の偏波モード分散の上限値を統計的に予測する必要がある。

【0006】 そこで、ケーブル化後の偏波モード分散と相関の高い光ファイバの偏波モード分散の測定方法が求められる。ケーブルがどのような状態におかれるかはわからないため、ケーブル化前の光ファイバの偏波モード分散はなるべく外的な影響を避け、内的（intrinsic）な光ファイバの偏波モード分散だけを測定するものでなければならない。

【0007】 例えば、製造過程の光ファイバをボビンに巻かれている状態で光ファイバの偏波モード分散を測定する方法は、引っ張りや側圧の影響により、ケーブル化後の偏波モード分散とは十分な相関が得られないため、光ファイバの偏波モード分散の測定方法として不適であり、外的な影響によるモード結合がおきにくい被測定光ファイバの設置方法として、以下の方法が提案されている。

【0008】 この提案は、文献（R.Neat et al, "Polarisation Mode Dispersion Correlation from Optical fibre to cable", Euro Cable conference, Stuttgart, June 5-7, 2000）に記載されているものであり、以下の条件を満たすように被測定光ファイバを設置し、光ファイバの偏波モード分散を測定するものである。

【0009】 すなわち、図2に示すように、被測定光ファイバ1を基本的にまっすぐに、捻れがなく、張力ゼロの状態でなめらかな平面上に置く。すなわち、同図のAの長さを例えば100m程度とし、最小曲げ半径は1m以上とし、被測定光ファイバ1を交差させずに設置する。そして、この状態で光ファイバの偏波モード分散を測定する。

【0010】 なお、被測定光ファイバ1を交差させずに偏波モード分散測定装置8に接続することは実際には困難であるので、被測定光ファイバ1を偏波モード分散測定装置8に接続するために、被測定光ファイバ1をやむを得ず交差させる場合は、上側の被測定光ファイバ1を何らかの支持部によって支持して被測定光ファイバ1同士を直接接触させないようにするものである。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記提案の方法は、被測定光ファイバ1の設置が非常に煩雑であり、たとえ数百mの長さの被測定光ファイバ1であっても被測定光ファイバ1の設置が困難であるといった問題があった。また、上記提案の方法は、被測定光ファイバ1の設置に非常に広い場所を必要とするといった問題があった。

【0012】 なお、光ファイバの偏波モード分散の測定に必要な最小サンプル長は、被測定光ファイバ1の偏波モード分散の大きさと、測定装置の最小測定可能な偏波モード分散値、および被測定光ファイバ1の固有のモード結合の強さで決まる。例えば最も一般的なシングルモード光ファイバのように、偏波モード分散が距離の平方根に比例してモード結合が強く、偏波モード分散係数が $0.05 \text{ ps} / \text{km}^{1/2}$ で、測定装置の最小測定可能な偏波モード分散が 0.1 ps の場合、少なくとも4km以上の被測定光ファイバ1が必要となる。

【0013】 この長さの光ファイバを上記提案の方法のように設置することは、非常に困難であり、膨大な準備時間を要するため、少なくとも光ファイバ製造工程の一部として上記提案の方法を適用した光ファイバの偏波モ

ード分散測定を行うことは非現実的である。

【0014】また、上記提案の方法は、少なくとも100m程度の長さをもつ、なめらかで振動のない平面を確保する必要があるため、温度変化や風による影響をなくすための広い空間の空気制御が必要になり、設備費も高くなり、不経済であった。

【0015】本発明は、上記従来の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、設置に広い場所や大がかりな設備を要することなく、容易に、かつ、正確に光ファイバの偏波モード分散を測定することができる光ファイバの偏波モード分散の測定方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は次のような構成をもって課題を解決するための手段としている。すなわち、本発明は、容器内に被測定光ファイバとほぼ等しい比重を持つ流体を入れた状態で、前記被測定光ファイバの一端側と他端側の少なくとも一方を偏波モード分散測定装置に接続し、この接続部を除く被測定光ファイバの部位を前記流体中に沈め、該流体中に沈めた被測定光ファイバの部位が前記容器内面に触れずに流体中に没している状態のときに、前記偏波モード分散測定装置によって被測定光ファイバの偏波モード分散を測定する構成をもって課題を解決する手段としている。

【0017】上記構成の本発明においては、被測定光ファイバの偏波モード分散測定装置に接続した接続部を除く部位が、被測定光ファイバとほぼ等しい比重の流体を入れた容器内面に触れずに流体中に没している状態のときに、前記偏波モード分散測定装置によって被測定光ファイバの偏波モード分散を測定するので、被測定光ファイバが重力の影響を殆ど受けない状態で光ファイバの偏波モード分散の測定を行える。また、本発明においては、被測定光ファイバに対する風、振動、温度変化などの影響も極めて小さくできる。

【0018】そのため、本発明を適用すると、被測定光ファイバの内的な偏波モード分散のみを安定した状態で測定することが可能となる。

【0019】また、被測定光ファイバを沈める流体は被測定光ファイバとほぼ同じ比重を有しているために、例えば被測定光ファイバより比重がやや小さい流体の液面に近い位置に沈めた被測定光ファイバが容器の底面まで沈む速度や、容器の底面に近い位置に沈めた被測定光ファイバが、被測定光ファイバより比重がやや大きい流体の液面まで浮かんでくるまでの速度は非常に小さい。

【0020】そのため、被測定光ファイバを設置する容器は、数m四方の容器であればよく、振動防止や空気制御の設備も必要ないので、設置に広い場所や大がかりな設備を必要とすることはない。さらに、被測定光ファイバは緩い束取りの状態で前記流体中に沈めればよいた

め、準備時間も短くてすみ、容易に光ファイバの偏波モード分散を測定することが可能となる。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。なお、本実施形態例の説明において、従来例と同一名称部分には同一符号を付し、その重複説明は省略する。図1には、本発明に係る光ファイバの偏波モード分散測定方法の一実施形態例が模式的に示されている。

【0022】まず、同図の(a)に示すように、本実施形態例では、容器2内に、被測定光ファイバ1とほぼ等しい比重の流体3を入れる。容器2の大きさは特に限定されるものではないが、本実施形態例では、例えば、幅W=約3m、奥行きL=約3m、高さH=約1.2mとしている。

【0023】また、流体3の深さDは深いほどよいが、本実施形態例においては、流体3の深さDを約1mとしている。流体3は、光ファイバの偏波モード分散の測定温度における比重が被測定光ファイバ1の比重とほぼ等しく、かつ、粘度が高すぎないことが重要である。

【0024】流体3の比重は被測定光ファイバ1の比重に近いほどよい。本実施形態例では光ファイバの偏波モード分散の測定を常温(約25℃)で行っており、この温度における被測定光ファイバ(光ファイバ素線)1の比重は3.08程度であるため、常温で比重が約3.0のSPT(ポリタングステン酸ナトリウム)水溶液を流体3として適用している。

【0025】ポリタングステン酸ナトリウム水溶液は、25℃における動粘度が約0.06cm²/sであり(ただし、比重が2.81のとき)、被測定光ファイバ1に過度の側圧がかかるおそれがない粘度を有する液体である。また、ポリタングステン酸ナトリウム水溶液は、人体や環境に無害であり、しかも、比重の微調整が可能である。以上のことから、ポリタングステン酸ナトリウム水溶液は本実施形態例の光ファイバの偏波モード分散測定方法に適用する流体3として適している。

【0026】次に、同図の(b)に示すように、被測定光ファイバ1である光ファイバ素線の一端側と他端側の少なくとも一方(ここでは両方)を偏波モード分散測定装置8に接続し、この接続部を除く被測定光ファイバ1の部位を流体3中に沈める。なお、被測定光ファイバ1は、緩い束取りの状態で流体3中に沈めるようにし、その曲げ半径Rは1m以上とする。また、被測定光ファイバ1はできるだけ容器2の底面から離れた位置、すなわち、流体3の液面に近い位置に沈める。

【0027】そして、流体3中に沈めた被測定光ファイバ1の部位が容器2の内面に触れずに流体3中に没している状態のときに、前記偏波モード分散測定装置8によって被測定光ファイバ1の偏波モード分散を測定する。

【0028】なお、ポリタングステン酸ナトリウム水溶

10

20

30

40

50

液の流体3の比重は被測定光ファイバ1よりも小さいので、被測定光ファイバ1は徐々に容器2の底に沈んでいくが、この速度は非常にゆっくりであり、光ファイバの偏波モード分散測定に要する時間は2分程度であるので、被測定光ファイバ1が容器2の底に沈むまでの間に、十分に、被測定光ファイバ1の偏波モード分散測定を行うことができる。

【0029】本実施形態例は、以上のようにして光ファイバの偏波モード分散を測定するので、被測定光ファイバ1が重力の影響を殆ど受けない状態で、かつ、風、振動、温度変化などの影響を受けることも極めて小さい状態で被測定光ファイバ1の偏波モード分散を測定することができる。したがって、本実施形態例によれば、被測定光ファイバ1の内的な偏波モード分散のみを安定した状態で測定することができる。

【0030】また、本実施形態例において、被測定光ファイバ1を設置する容器2は図1に示したような小さい容器2でよく、振動防止や空気制御の設備も必要ないので、設置に広い場所や大がかりな設備を必要とすることはない。

【0031】さらに、本実施形態例によれば、被測定光ファイバ1は緩い束取りの状態で前記流体3中に沈めればよいので、準備時間も短くてすみ、容易に光ファイバの偏波モード分散を測定することができる。

【0032】なお、本発明は上記実施形態例に限定されることはなく、様々な実施の態様を採り得る。例えば上記実施形態例では、被測定光ファイバ1の両端側を光ファイバの偏波モード分散測定装置8に接続したが、偏波モード分散測定装置8の構成によっては被測定光ファイバ1の一端側を偏波モード分散測定装置8に接続してもよい。

【0033】また、上記実施形態例では、流体3として、測定温度における比重が被測定光ファイバ1の比重よりも小さいポリタングステン酸ナトリウム水溶液を適用したが、測定温度における比重が被測定光ファイバ1の比重よりも大きい流体3を適用してもよい。

【0034】なお、上記実施形態例では、被測定光ファイバ1を流体3の液面に近い位置に沈め、被測定光ファイバ1が容器2の底面に接触する間での間に光ファイバの偏波モード分散を測定する構成としたが、上記比重が

大きい流体3を適用する場合は、被測定光ファイバ1を容器2の底面に近い位置に沈め、被測定光ファイバ1が流体3の液面に浮上する前に光ファイバの偏波モード分散を測定するようにする。

【0035】さらに、容器2の大きさや流体3の種類等は特に限定されるものでなく適宜設定されるものであり、被測定光ファイバ1が容器2の内面に接触したり、流体3の液面に浮上したりする前に光ファイバの偏波モード分散が行えるように、被測定光ファイバ1の種類やそれに対応させた長さに応じて、容器2の大きさ、流体3の種類等が適宜設定されるものである。

【0036】

【発明の効果】本発明によれば、被測定光ファイバの偏波モード分散測定装置に接続した接続部を除く部位が、被測定光ファイバとほぼ等しい比重の流体を入れた容器内面に触れずに流体中に没している状態のときに、前記偏波モード分散測定装置によって被測定光ファイバの偏波モード分散を測定するので、被測定光ファイバが重力の影響を殆ど受けない状態で、かつ、風、振動、温度変化などの影響も極めて小さい状態で光ファイバの偏波モード分散を測定でき、被測定光ファイバの内的な偏波モード分散のみを安定した状態で測定することができる。

【0037】また、被測定光ファイバを設置する容器は、数m四方の容器であればよく、振動防止や空気制御の設備も必要ないので、設置に広い場所や大がかりな設備を必要とすることはない。さらに、被測定光ファイバは緩い束取りの状態で前記流体中に沈めればよいので、準備時間も短くてすみ、容易に光ファイバの偏波モード分散を測定することができる。

【図面の簡単な説明】

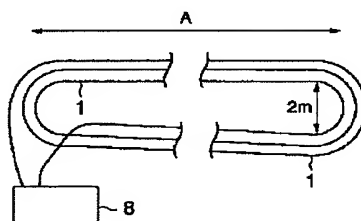
【図1】本発明に係る光ファイバの偏波モード分散測定方法の一実施形態例を示す要部構成図である。

【図2】従来提案されている光ファイバの偏波モード分散測定方法の一例を示す説明図である。

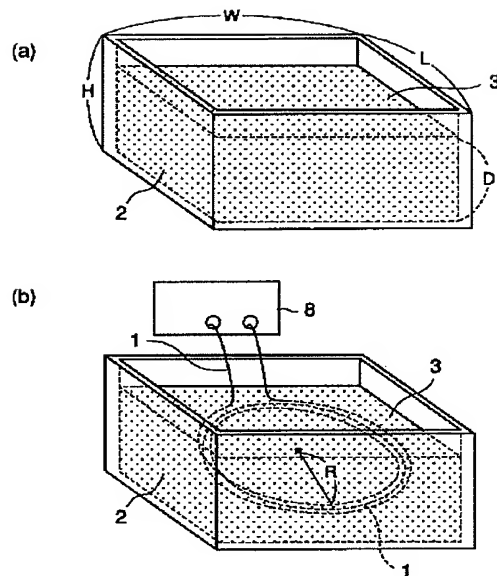
【符号の説明】

- 1 被測定光ファイバ
- 2 容器
- 3 流体
- 8 偏波モード分散測定装置

【図2】



【図1】



【手続補正書】

【提出日】平成14年4月19日（2002. 4. 19）

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0024

【補正方法】変更

【補正内容】

【0024】流体3の比重は被測定光ファイバ1の比重に近いほどよい。本実施形態例では光ファイバの偏波モード分散の測定を常温（約25℃）で行っている。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0025

【補正方法】変更

【補正内容】

【0025】また、ポリタングステン酸ナトリウム水溶液は、人体や環境に無害であり、しかも、比重の微調整が可能である。以上のことから、ポリタングステン酸ナトリウム水溶液は本実施形態例の光ファイバの偏波モード分散測定方法に適用する流体3として適している。